Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 27 (1971)

Artikel: Grundlagen der Isotopentechnik in der Lungendiagnostik

Autor: Fridrich, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-307885

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Aus der Nuklearmedizinischen Abteilung (Leiter: PD. Dr. R. Fridrich)
des Universitätsröntgeninstituts (Prof. H. Hartweg) des Bürgerspitals Basel

Grundlagen der Isotopentechnik in der Lungendiagnostik

R. Fridrich

Der Beitrag der Nuklearmedizin zur Diagnostik im allgemeinen und zur Lungendiagnostik im besonderen ist nicht unerheblich. Mit der Verwendung kurzlebiger Radiopharmaka und dem Einsatz schnellregistrierender Messgeräte sowie nicht zuletzt durch den Einzug der Datenverarbeitung in die Nuklearmedizin gelingt es, auch *funktionell dynamische Vorgänge* zu erfassen. Damit können nuklearmedizinische Methoden auch zur Klärung pathophysiologischer Probleme in der Pulmonologie herangezogen werden.

Grundsätzlich kann mit Isotopenverfahren folgendes zur Lungendiagnostik beigetragen werden:

1. Zu den Durchströmungsverhältnissen im Lungenkreislauf

a) Bisher wurden diese fast ausschliesslich mit Hilfe der konventionellen Szintigraphie, der sogenannten *Perfusionsszintigraphie der Lungen*, beurteilt.

Sie erfolgt nach intravenöser Injektion von radioaktiv markierten Makropartikeln mit einer Teilchengrösse von etwa 10–50 μ, meist mit Jod-131 oder Technetium 99m markierten Serumalbuminpartikeln oder Serumalbuminkügelchen («Micro-Spheres»), oder von mit Indium 113m markierten Makropartikeln, die in den Lungenkapillaren abgefangen werden.

Die Verteilung der Partikeln in den Lungen entspricht der Durchströmung der A. pulmonalis zum Zeitpunkt der Injektion. In der Regel wird jede 1000. bis 10 000. Lungenkapillare blockiert, so dass sich diese Mikroembolien hämodynamisch nicht auswirken. Ausserdem ist die Blockade eine vorübergehende, da das Serumalbumin proteolytisch aufgespalten wird. Zur Szintigraphie kann man konventionelle Scanner, Schnellszintigraphieeinheiten oder die Gammakamera verwenden. Die Analyse der analogen Bilddarstellung kann mit Hilfe der Farbänderung im Kolorszintigramm, durch Vergleich der Strichdichte im Photoszintigramm oder mit einem Vielkanalanalysator durch die Flächenintegration oder über einen Komputer erfolgen.

b) Neuerdings erfassen wir die *Perfusionsverhältnisse* auch nach intravenöser Injektion von inerten radioaktiven Gasen, z.B. mit Xenon-133. Die Registrierung der Aktivität erfolgt ausschliesslich mit der Gammakamera.

Das in physiologischer Kochsalzlösung angebotene Xenon-133 gelangt mit dem Blutstrom über das rechte Herz in den kleinen Kreislauf und verteilt sich im Kapillargebiet der A. pulmonalis. Wegen seiner schlechten Löslichkeit diffundiert es sehr rasch durch das Interstitium in die Alveolen und wird dort mit der Atemluft über das Bronchialsystem abgeatmet.

Man unterscheidet also drei Phasen der Verteilung: 1. Eine *vaskuläre Phase*, die Ausdruck der Lungenperfusion ist. 2. Eine *Diffusionsphase*, in der sich Xenon-133 entsprechend dem Konzentrationsgefälle gegen die Alveolen zu verteilt. 3. Eine *exspiratorische Phase*, während der Xenon über das Bronchialsystem mit der Atemluft abgeatmet wird.

Eine exakte Trennung dieser einzelnen Phasen ist auch mit der Serienszintigraphie mit Hilfe der Gammakamera nicht möglich. Dagegen lassen sich die einzelnen Phasen im Aktivitätszeitprofil erkennen. Der *Xenon-133-Washout* der Lungen nach intravenöser Applikation des Xenons stellt somit eine *Summationskurve* aus der vaskulären, der diffusions- und exspiratorischen Komponente dar.

2. Zu den Ventilationsverhältnissen der Lunge

a) Bis vor kurzem erfolgte die Prüfung der Lungenventilation ausschliesslich mit Radioaerosolen, und zwar durch Versprühung und Inhalation von Radiokolloiden in druckgesteuerten Respiratoren. Die intrapulmonale Verteilung eines Radioaerosols entspricht aber nicht nur den *Ventilationsverhältnissen* der Lunge, sondern wird auch von physikalischen Faktoren, wie der Grösse der Tröpfchen, deren Sedimentationsvermögen usw. bestimmt. Daneben ist zur *Inhalation* von Radioaerosol die aktive Mitarbeit des Patienten notwendig, die nicht immer, vor allem nicht bei Schwerkranken, gegeben ist. Deshalb verwenden wir die Radioaerosol-Szintigraphie zum Nachweis der Ventilationsverhältnisse der Lungen nur noch in Ausnahmefällen.

b) Wir setzen routinemässig das *Xenon-133 als Gas* ein, das aus einem Atembeutel zusammen mit Sauerstoff eingeatmet wird. Zur Registrierung verwenden wir ausnahmslos die Gammakamera.

Auch hier unterscheiden wir drei Phasen: 1. Die *Inhalationsphase*, vorzugsweise nach einem einzigen tiefen Atemzug des Xenon-Sauerstoffgemisches im Sinne der sogenannten «Single-Breath»-Technik. 2. Die Phase des «*steady-state*» nach mehreren Atemzügen des Xenon-Sauerstoff-Gemisches bis zu einem Gleichgewichtszustand zwischen der Konzentration im Alveolarsystem und im Atembeutel. 3. Die *Exspirationsphase*, in der der Patient das Xenon-133 nach Wegnahme des Atembeutels abatmet.

Somit kann mit Hilfe der konventionellen Szintigraphie, besser aber mit der Gammakamera, nach Inhalation und Perfusion mit Xenon-133 eine Aussage über das relative *Perfusions-/Ventilations-Verhältnis der Lungen* gemacht werden. Dieses kann nicht nur global, wie z.B. mit der Bronchospirometrie, sondern auch regional für jedes gewünschte Lungenareal erstellt werden.

3. Zur Shunt-Diagnostik im Bereiche der Lungenstrombahn

Mit Hilfe zweier Szintillationsdetektoren, die über dem Herzen und über einer Lunge kollimiert sind, sowie eines Schreibersystems lassen sich arteriovenöse Kurzschlüsse feststellen und deren Grösse abschätzen.

Ein intravenös injiziertes Radiopharmakon, das lungendurchgängig ist, wird bei normalen Verhältnissen über dem Herzen als Doppel-Peak und über der Lunge als Einzel-Peak in Erscheinung treten, vorerst im Detektor 1 zum Zeitpunkt der Aktivitätsanflutung im rechten Herzen, dann in den Lungen im Detektor 2, schliesslich wiederum im Detektor 1, wenn die Aktivität des linken Herzens abströmt.

Ein intravenös verabreichtes Makroaggregat wird unter physiologischen Bedingungen im rechten Herzen durch Detektor 1 als einfacher Peak und in der Lunge im Detektor 2 in Form einer Horizontalen registriert, da ja die Partikel in den Lungenkapillaren liegenbleiben. Bei einem *Shunt dagegen* wird das Makroaggregat vorerst im rechten Herzen im Detektor 1 und je nach Grösse des Kurzschlusses im Detektor 2 über den Lungen eine entsprechend tieferliegende Horizontale ergeben. Jener Anteil, der unter Umgehung der Lungenstrombahn in den grossen Kreislauf einströmt, wird im linken Herzen im Detektor 1 als zweiter Peak erkennbar. Über dem Herzen wird also ein Doppel-Peak manifest.

Diese kurze Einführung der Isotopentechnik soll *als Grundlage* für die folgenden Referate dienen. Wesentlich erscheint mir die Feststellung, dass Untersuchungen mit radioaktiven Substanzen ohne Risiko für den Patienten sind und keine grössere Alteration hervorrufen und dass die Strahlenbelastung nicht viel grösser als bei einer Thoraxröntgenuntersuchung ist. Zwar ist der apparative Aufwand nicht klein, doch bei den erwähnten Registrier- und Auswertungssystemen handelt es sich um Routinegeräte, die im nuklearmedizinischen Alltag für eine Vielzahl von Fragen eingesetzt werden. Es handelt sich also nicht um Geräte, die speziell für die Lungenfunktion konzipiert werden mussten.

Zusammenfassung

Die Anwendung moderner nuklearmedizinischer Verfahren, vor allem der Einsatz der Gammakamera in Verbindung mit dem inerten Xenon-133, erlaubt es, die Lungenfunktionsvorgänge zu erfassen. Es ist eine Aussage über die Durchströmungsverhältnisse im kleinen Kreislauf und über die Ventilation der Lungen möglich. Im Vergleich zur Bronchospirometrie, die eine Aussage über die globale Lungenfunktion erlaubt, gestatten die nuklearmedizinischen Lungenfunktionsuntersuchungen sowohl das globale als auch das regionale Perfusions-/Ventilations-Verhältnis der Lungen zu erfassen. Weiterhin ist ein Beitrag zur Shunt-Diagnostik möglich. Auf die einzelnen Verfahren wird kurz eingegangen.

Résumé

L'utilisation de techniques de médecine nucléaire modernes permet d'examiner non seulement la topographie pulmonaire, mais aussi des processus dynamiques fonctionnels. C'est surtout l'emploi de la photographie aux rayons γ avec l'application de Xénon 133 inerte qui permet d'étudier les fonctions pulmonaires. On peut déterminer ainsi l'état de la circulation dans le petit circuit et l'état de la ventilation des poumons. Comparée à la bronchospirométrie qui permet de déterminer la fonction pulmonaire globale, la technique de recherche de la fonction pulmonaire par des méthodes de médecine nucléaire permet de trouver non seulement l'état global mais aussi régional de perfusion et de ventilation des poumons. Cela permet aussi d'aider au diagnostic des «shunts». Puis l'auteur décrit brièvement les différentes techniques d'application.

Riassunto

L'uso dei metodi moderni della medicina nucleare, oltre alla topica polmonare, permette anche di capirne i processi dinamici. Specialmente l'uso della camera a raggi γ assieme al gas inerte Xenon 133 permette di analizzare i processi della funzione polmonare. È possibile così di valutare le condizioni di perfusione della piccola circolazione e la ventilazione polmonare. Rispetto alla bronchospirometria, che permette di studiare la funzione polmonare globale, lo studio delle funzioni polmonari fatto in medicina nucleare permette di valutare sia il rapporto globale, che quello regionale della perfusione e ventilazione. In più è possibile un contributo alla diagnostica degli shunt. Si discutono brevemente i differenti metodi.

Summary

The use of modern nuclear medical procedures permits the investigation of not only the lung topic but also functional dynamic processes. Especially the use of the gamma camera, in combination with the inert Xenon 133, makes it possible to show the functionary processes of the lung. It provides information on the conditions in the small circulation and on the ventilation of the lungs. Compared with the bronchospirometry method, which gives a picture of the global lung function, the nuclear medical investigation of lung function covers both the global and also the regional conditions of perfusion ventilation of the lungs. Furthermore, a contribution to the shunt diagnosis is possible. The individual processes are briefly described.

Adresse des Autors: PD. Dr. R. Fridrich, Nuklearmedizinische Abteilung, Universitätsröntgeninstitut, Bürgerspital, CH-4056 Basel.